

Original-Titel:

Polypencharakterisierung mit Künstlicher Intelligenz (KI)

Autoren:

Rodriguez-Diaz E, Baffy G, Lo WK, Mashimo H, Vidyarthi G, Mohapatra SS, Singh SK: Real-time artificial intelligence-based histologic classification of colorectal polyps with augmented visualization. *Gastrointest Endosc* 2021;93:662-670

Kommentar:

Prof. Dr. Hans-Dieter Allescher, Garmisch-Patenkirchen, 25.02.2021

Abstrakt:

Die Effektivität der Vorsorgekoloskopie hängt entscheidend von der Qualität der endoskopischen Untersuchung ab. Neben der Aufgabe, die Polypen bei der Koloskopie zu identifizieren, ist es zunehmend möglich, auch eine endoskopische Charakterisierung von Polypen vorzunehmen. Bild- und Strukturerkennung und insbesondere die neuen Möglichkeiten der künstlichen Intelligenz können hierbei einen möglichen wertvollen Beitrag liefern. Die vorliegende Arbeit versucht mit Hilfe von künstlicher Intelligenz (KI) mittels Bildanalyse eine Hilfestellung bei der geweblichen Charakterisierung der gefundenen Polypen im Sinne der Computer gestützten Diagnose (CAD – computer aided diagnosis) zu geben.

Einleitung:

In den letzten Jahren haben die technischen Möglichkeiten der automatischen Bildauswertung deutlich zugenommen. Durch Technologien, wie das autonome Fahren und der Gesichtserkennung in den sozialen Medien und der Handy Nutzung, haben diese Technologien einen großen Schub erhalten.

Neben der Auswertung von Bildern spielt auch vor allem die Erkennung von bestimmten Pathologien eine wichtige Rolle bei der endoskopischen Beurteilung.

Die vorliegende Arbeit „Real-time artificial intelligence-based histologic classification of colorectal polyps with augmented visualization“ von Rodriguez-Diaz [1] untersucht die Möglichkeiten und die Anwendbarkeit, die künstlichen Intelligenz und vor allem die Technologie des „Deep learning“ verwendet, um eine gewebliche Charakterisierung von polypoiden Strukturen bei der Koloskopie zu erzielen. Die Autoren entwickelten ein Modell, bei dem sie einen gegebenen Polypen in verschiedene Bereiche und Segmente eingeteilt haben und dann mittels Bildanalyse-Prozessen eine Bewertung der einzelnen Polypen Regionen vorgenommen haben, die dann später wieder zusammengefügt wurden. Das System wurde an 740 hochauflösenden NBI Bildern von 607 kolorektalen Polypen von 286 Patienten trainiert, und es wurden insgesamt 65000 Subregionen erzeugt und charakterisiert. Mit diesem Trainingsmodell konnte dann bei der Unterscheidung von neoplastischen (n=171) von nicht neoplastischen (n= 83) Polypen eine Sensitivität von 0,96 und eine Spezifität von 0,84 erreicht werden. Damit erreichte das System mit einem negativen prädiktiven Wert von 0,91 eine sogenannte hohe Konfidenzrate (HCR) von 0,88. Ähnliche Werte wurden auch für 93 neoplastische und 75 nicht neoplastische Polypen < 5 mm erreicht (Sensitivität 0,95, Spezifität 0,84, NPV 0,91, HCR 0,86).

Es konnte mit dieser Studie gezeigt werden, dass mit diesem System eine gute Sensitivität bei der Unterscheidung von neoplastischen (adenomatösen) und nicht neoplastischen (hyperplastischen) Polypen erreicht werden kann. Gerade bei den sehr kleinen Polypen wäre hier eine solche Unterscheidung wichtig, da man bei diesen Polypen eine andere Management Strategie (z. B: „Resect and discard“) einschlagen könnte. Das System erreicht zwar eine gute Sensitivität, aber die Spezifität und vor allem der negative Vorhersagewert sind für einen sicheren und sinnvollen klinischen Einsatz sicherlich noch zu gering. Trotzdem zeigt diese Arbeit mit einem weiteren System, dass diese Technologie zur Real-time Analyse von Polypen während der Koloskopie eingesetzt werden kann.

Diese Studie reiht sich ein, in eine Serie weiterer Studien zur automatisierten Detektion und Charakterisierung von kolorektalen Polypen mittels KI-assistierten Systemen ein, die überwiegend heute auf einen Deep Learning Ansatz beruhen. Eine aktuelle Übersicht zu den aktuell verfügbaren Systemen und deren Anwendung ist dazu kürzlich erschienen [2].

Mit der Einführung von sogenannten „Deep learning“ Ansätzen haben sich die Möglichkeiten der automatisierten Bilderkennung deutlich erweitert. Diese „Deep learning“ Ansätze beruhen auf der Verwendung von neuronalen Netzwerken, insbesondere in Form von sogenannten „convolutional neural networks - CNN“. Diese CNN beruhen auf dem Prinzip, dass eine vorgegebene digitale Information, meist als digitale Matrix vorliegend, die dann durch mehrere Phasen/Ebenen einer digitalen Bewertung (convolutional Layer) laufen. Dabei wird die digitale Information (Matrix) durch eine leichte Verbiegung/Faltung der Matrix mittels eines Detektionssystems bewertet (feature maps). Diese lokale Bewertung des Bildabschnitts wird dann über eine Zahlenmatrix in einem Filterkernel abgebildet. Anschließend erfolgt ein Pooling der Information, d.h. unwichtige Daten werden verworfen, und die Information wird verdichtet. Dieser Vorgang der Beurteilung und des Pooling wird mehrmals wiederholt und der Bewertungsvorgang mehrmals hintereinandergeschaltet. Dadurch werden unterschiedliche Bildinhalte gewichtet und erkannt. Welche Bildinformationen aus der Bildmatrix extrahiert werden, sind dabei nicht vorgegeben, sondern wird durch unterschiedliche Wertung erzielt. Der interessierte Leser sei hierzu auf spezialisierte Reviews zu diesem Thema verwiesen [3,4].

Basierend auf neuen Bilderkennung-Ansätzen der sozialen Medien und sogenannter „Big-Data“ Anwendungen erfolgt die Beurteilung nicht auf einem vorgegebenen Algorithmus, sondern es wird ohne vorherige Vorgabe aus einer Vielzahl von digitalen Bildern nach Gemeinsamkeiten und Auffälligkeiten gesucht. Dazu werden auch Bildinformationen und Eigenschaften (Kantenstrukturen, Farbverteilung, etc.) genutzt, die zunächst nicht klar definiert sind und auch nicht aus dem sichtbaren Bereich der Bildinformation des CCD Chips stammen müssen. Dieses Prinzip wird auch als „deep learning“ bezeichnet, und die Mustererkennung ist einem Vorgang der „Big Data Analyse“ entlehnt.

Die verfügbaren Systeme können mit der inzwischen verfügbaren Rechenleistung zur „Real time“ Analyse von Bewegtbilddaten benutzt werden. Natürlich könnten diese Verfahren auch mit anderen Bildgebungs- und Bildverstärkungsmodalitäten wie der Chromoendoskopie, Narrow Band Imaging oder Endozytomikroskopie verwendet oder kombiniert werden [5]. Da die Methoden aber den digitalen Datensatz des CCD Chips nutzen, können auch mögliche optische Zusatzinformationen der Bildinformation mitberücksichtigt werden. Gerade darin könnte ein wesentlicher Vorteil von Deep learning Ansätzen mit convolutional neural Networks (CNNs) liegen, weil sie auch Bildinformationen, die über die sichtbaren Bereiche hinausgehen für die digitale Beurteilung der CCD Information mitverwenden können.

Hier wird sicherlich in den nächsten Jahren eine sprunghafte Zunahme der unterschiedlichen Systeme zu verzeichnen sein, so dass man sich sicher um die Qualitätskontrolle und die Zertifizierung solcher Detektionssysteme in den Fachgesellschaften kümmern muss.

Gerade die lernfähigen Systeme der KI und Deep learning Methoden sind auf große Datenmengen von digitalisierten Bildern angewiesen, so dass man auch die Probleme der Datensicherheit, des Datenschutzes und der Eigentumsrechte dieser bei medizinischen Untersuchungen gewonnenen Bilddaten kritisch diskutieren muss.

Der wesentliche Vorteil dieses Systems mit verbesserten Bildanalyse-Optionen ist jedoch die Möglichkeit, die Beurteilung bei endoskopischen Prozessen zunächst zu unterstützen und ggf. in Zukunft auch automatisiert vorzunehmen. Der wesentliche Schritt wird sicher sein, ob man nachweisen kann, ob man mit diesen Systemen nicht nur die Erkennungsrate steigern kann, sondern dass sich dadurch auch die Rate an kolorektalen Karzinomen und Intervallkarzinomen senken lässt.

Hierbei werden die optischen Charakteristika von polypoiden Strukturen oder Schleimhaut- und Gefäßstrukturen genutzt, um eine histologische Voraussage treffen zu können. Dies entspricht den

Charakterisierungsversuchen und der Klassifikation des Kudo Pit-Pattern, der NICE oder WASP Klassifikation [6] oder vor allem bei der Verwendung von Deep learning Ansätzen oder Verwendung von sogenannten „convolutional neural networks - CNNs“ .

Mori et al. entwickelte ein auf „machine learning“ basierendes CAD System (EC-CAD System), das die subzellulären Parameter und Gefäßstrukturen verwendet, um im Rahmen der Endozytomikroskopie eine pathologische Klassifikation vorherzusagen. In einer Pilotstudie erreichte das System eine Sensitivität von 92,0 % und eine Spezifität von 79,5%. Dabei lag die Sensitivität des Systems in dem Bereich, der auch von erfahrenen Endoskopenen erreicht wurde (92,7 %), während bei der Spezifität von den Endoskopenen eine höhere Spezifität erreicht wurde (91 %) [7]. In einer Fortentwicklung entwickelte Misawa ein Maschinen-lernendes System zur Computer-assistierten Auswertung von Endocytoskopie (AI-assisted endocytoscopy) [8,9]. Verschiedene Ansätze wurden entwickelt, um die Charakteristika von Polypen im Colon zu beschreiben und zu analysieren [10]. Aber auch hier gewinnen „Deep learning“ Strategien zunehmend an Bedeutung und können z.B. zur Differenzierung von hyperplastischen und kleinen adenomatösen Polypen verwendet werden [11].



Abb. 1: Monitor Ausgabe des Endo-Brain Systems mit der Differenzierung von epithelialen Strukturen von Misawa et al [9]. Der obere Bildabschnitt zeigt links die Bildgebung mittels Endocytoskopie und rechts die extrahierten Gefäßstrukturen in Fehlfarben (grün). Darunter findet sich die Klassifikation mit der Wahrscheinlichkeit der Differenzierung. Die Aktuelle Abbildung aus dem aktuellen Studie an der Universität Oslo.

Fazit für die Praxis

- Durch Anwendung von Deep learning Ansätzen und der Verwendung von speziellen neuronalen Netzen (convolutional neuronal Networks – CNNs) kann ein selbst lernendes System entstehen, das eine automatische Bildanalyse ermöglicht.
- erste Systeme zur automatischen Bildanalyse bei der Koloskopie sind verfügbar
- KI Systeme könnten bei identifizierten Polypen eine Strukturerkennung und eine Charakterisierung der Polypen ermöglichen, die auch eine histologische Bewertung und ggf. auch eine Abschätzung der Tiefenausdehnung ermöglichen kann.
- KI Systeme können daher zur in vivo Diagnostik von Kolonläsionen eingesetzt werden, auch wenn die praktische Anwendung hier noch bewiesen werden muss.
- Es gilt Fragen der Rechtssicherheit, des Datenschutzes und des Schutzes der Bilddaten, sowie eine Qualitätskontrolle der Systeme selbst zu etablieren.

Literatur

- 1 Rodriguez-Diaz E, Baffy G, Lo WK, Mashimo H, Vidyarthi G, Mohapatra SS, Singh SK: Real-time artificial intelligence-based histologic classification of colorectal polyps with augmented visualization. *Gastrointest Endosc* 2021;93:662-670.
- 2 Allescher HM, M.; Weingart, V.: Künstliche Intelligenz in der Endoskopie – neue Wege zur Polypendetektion und Charakterisierung. *Gastroenterologie* 2021;16
- 3 Gulati S, Emmanuel A, Patel M, Williams S, Haji A, Hayee B, Neumann H: Artificial intelligence in luminal endoscopy. *Ther Adv Gastrointest Endosc* 2020;13:2631774520935220.
- 4 Gulati S, Patel M, Emmanuel A, Haji A, Hayee B, Neumann H: The future of endoscopy: Advances in endoscopic image innovations. *Dig Endosc* 2020;32:512-522.
- 5 Alagappan M, Brown JRG, Mori Y, Berzin TM: Artificial intelligence in gastrointestinal endoscopy: The future is almost here. *World J Gastrointest Endosc* 2018;10:239-249.
- 6 Kudo S, Tamura S, Nakajima T, Yamano H, Kusaka H, Watanabe H: Diagnosis of colorectal tumorous lesions by magnifying endoscopy. *Gastrointest Endosc* 1996;44:8-14.
- 7 Mori Y, Kudo SE, Wakamura K, Misawa M, Ogawa Y, Kutsukawa M, Kudo T, Hayashi T, Miyachi H, Ishida F, Inoue H: Novel computer-aided diagnostic system for colorectal lesions by using endocytoscopy (with videos). *Gastrointest Endosc* 2015;81:621-629.
- 8 Misawa M, Kudo SE, Mori Y, Cho T, Kataoka S, Yamauchi A, Ogawa Y, Maeda Y, Takeda K, Ichimasa K, Nakamura H, Yagawa Y, Toyoshima N, Ogata N, Kudo T, Hisayuki T, Hayashi T, Wakamura K, Baba T, Ishida F, Itoh H, Roth H, Oda M, Mori K: Artificial Intelligence-Assisted Polyp Detection for Colonoscopy: Initial Experience. *Gastroenterology* 2018;154:2027-2029 e2023.
- 9 Misawa M, Kudo SE, Mori Y, Nakamura H, Kataoka S, Maeda Y, Kudo T, Hayashi T, Wakamura K, Miyachi H, Katagiri A, Baba T, Ishida F, Inoue H, Nimura Y, Mori K: Characterization of Colorectal Lesions Using a Computer-Aided Diagnostic System for Narrow-Band Imaging Endocytoscopy. *Gastroenterology* 2016;150:1531-1532 e1533.
- 10 Fu JJ, Yu YW, Lin HM, Chai JW, Chen CC: Feature extraction and pattern classification of colorectal polyps in colonoscopic imaging. *Comput Med Imaging Graph* 2014;38:267-275.
- 11 Byrne MF, Chapados N, Soudan F, Oertel C, Linares Perez M, Kelly R, Iqbal N, Chandelier F, Rex DK: Real-time differentiation of adenomatous and hyperplastic diminutive colorectal polyps during analysis of unaltered videos of standard colonoscopy using a deep learning model. *Gut* 2019;68:94-100.